

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication 10-145959  
number :  
(43)Date of 29.05.1998  
publication of  
application :

---

(51)Int.Cl. H02H 3/08

H02J 3/38

// F02C 7/00

---

(21)Application 08-301432

number :

(22)Date of 13.11.1996

filing :

(71)Applicant : TOKYO GAS CO LTD

(72)Inventor : INOUE HIROYUKI

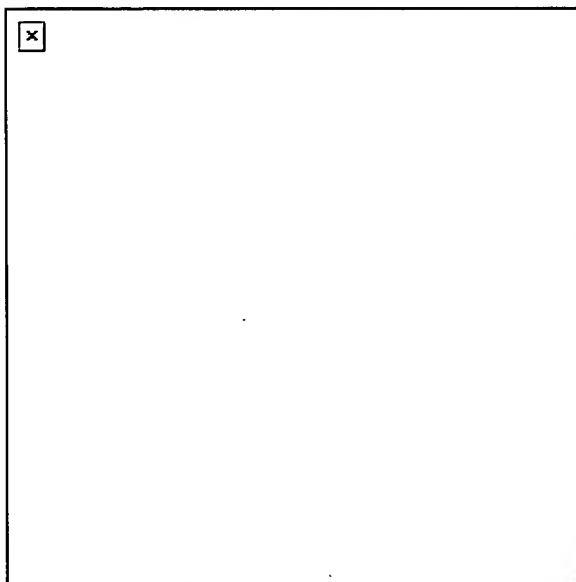
OGATA TAKAO

SHINSHI YOSHIO

KASAMA ICHIRO

---

(54) HIGH-SPEED CURRENT-LIMITING SHUTDOWN DEVICE FOR GAS TURBINE



(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To attain an excellent high-speed current-limiting shutdown performance at a low cost by opening a vacuum switch with a trip signal outputted from an overload detector before a vacuum circuit breaker does.

**SOLUTION:** This device is provided with an overcurrent disconnect switch (OCRH) 18 which detects overcurrent in a feeder circuit from a generator 3 to a load through a CT and outputs a trip signal(TS). If a short circuit accident occurs, the OCR-H 18 detects the short circuit accident after approx. 10ms to output the TS. Transistors 23, 25 receive the TS for continuity, a photodiode 24 emits light and an auxiliary relay 26 is energized. The light emission of the photodiode 24 is sent to the gate of a thyristor 21b through an optical fiber 27, so that the thyristor 21b undergoes continuity, a trip coil(TC) 19 is biased to open a vacuum switch(VS) 17. Short circuit current flowing through the VS 17 is suppressed to rated current  $I_n$  by a current-limiting impedance 15. It is thus possible to attain a shutdown device which is excellent in high- speed shutdown performance at a low cost.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.09.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

[JP,10-145959,A]

---

## TECHNICAL FIELD

---

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the high-speed \*\* style interrupting device for gas turbines.

---

## PRIOR ART

---

[Description of the Prior Art] Conventionally, the system which drives a generator with a gas turbine and is generated is known. Drawing 8 is the schematic diagram of such a power generation system, and the reducer with which 1 slows down a gas turbine and 2 slows down the rotational frequency of the output shaft of a gas turbine 1, the generator which drives 3 with a gas turbine 1, the vacuum circuit breaker (VCB) by which 4 was connected to the output side of a generator 1, and 5 are the share pins attached in the output shaft of a gas turbine 1.

[0003] When accident etc. is in the system side which carries out link operation with this system, the excessive torque of several times or more of the rating torque starts the output shaft of a gas turbine 1, since on-the-strength rating of the output shaft of the gas turbine 1 which carries out high-speed rotation is small for example, and the share pin 5 attached in the output shaft goes out, the policy which releases an output shaft from a load and protects a gas turbine 1 is taken.

[0004] However, once the share pin 5 goes out, a rehabilitation work may take several hours, and a gas turbine cannot be used in the meantime, but demand over may be produced. Therefore, when the situation where excessive torque starts a gas turbine occurred, an interrupting device which detects it in an instant and intercepts a generator was called for.

---

## TECHNICAL PROBLEM

---

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Drawing 9 shows an example of such an interrupting device, detects the overload applied to a gas turbine 1 with the overload detection equipments 6, such as an overcurrent relay (OCR-H) or an undervoltage relay (UVR), takes out a trip signal, and intercepts a vacuum circuit breaker (VCB) 4 electrically. Since it is 3 cycle (it is 60ms at 50HZ) grade, after detecting an overload before interception is completed, about 100ms or more is required for the interrupting time by VCB4. Therefore, when an overload is applied to the output

shaft of a gas turbine 1 in case of accident, interception may not meet the deadline but the share pin 5 may go out. In drawing 9, the source-power-supply system in which 10 is carrying out link operation with the generator 3, and 11 are transformers.

[0006] Drawing 10 is other examples of the conventional interrupting device which used the solid state switch 7 with a still quicker speed of response from VCB4. The same reference number as drawing 9 in drawing shows the same component.

[0007] The interception performance when making rated output of a generator to 5,000kVA(s), and making a subtransient reactance  $X_d$  into 15% as an example, is shown in drawing 11. The case of only VCB4 carried out and the case of a solid state switch 7 are shown as B and C, respectively. as shown in drawing, the interrupting time by the solid state switch 7 is 20 or less ms, and is considerable compared with interception by VCB4 -- although it is quick, a price is high, for example, if it becomes the solid state switch used for a power generation facility of several MW (megger watt) class, a price will change to 20 million yen or more

[0008] this invention was made in view of the above-mentioned point, and aims at offering the cheap high-speed \*\* style interrupting device for gas turbine protection.

---

## MEANS

---

[Means for Solving the Problem] this invention is set in one mode, in order to attain the above-mentioned purpose. The \*\* style impedance and vacuum circuit breaker which were connected to the load feeder circuit of the generator driven with a gas turbine in series, The overload detector which detects the vacuum switch connected to a \*\*\*\*\* style impedance and parallel, and the load current which flows the aforementioned load feeder circuit, and outputs a trip signal when the detected load current exceeds a predetermined value, The control circuit which opens the aforementioned vacuum switch ahead of the aforementioned vacuum circuit breaker with the aforementioned trip signal constituted the high-speed \*\* style interrupting device for gas turbines.

[0010] An overload detector is an overcurrent relay preferably and its thing of form which carries out full wave rectification of the load current, carries out direct-current approximation and detects an overload is desirable.

[0011] A \*\* style impedance is a current-limiting resistor or current-limiting-reactor NSU, and can be cheaply manufactured by winding resin insulated wire around a bobbin.

[0012]

[Embodiments of the Invention] this invention is explained based on a drawing below.

[0013] Drawing 1 is an electrical circuit which shows the gestalt of 1 operation of the high-speed \*\* style interrupting device by this invention. The same reference number as drawing 9 in drawing shows the same component.

[0014] a generator -- three -- VCB -- four -- between -- resistance -- or -- a reactor -- constituting -- having had -- \*\* -- a style -- an impedance -- 15 -- in-series -- connecting -- having -- while -- this -- \*\* -- a style -- an impedance -- 15 -- parallel -- a generator -- three -- a short circuit -- the time -- protection -- \*\* -- \*\*\*\*\* -- power -- a fuse -- 16 - a vacuum switch -- (-- VS --) -- 17 -- in-series -- connecting -- having -- \*\*\*\* . 18 is an overcurrent relay (OCR-H) which detects the overcurrent of the feeder circuit from a generator 3 to a load through CT, and outputs the trip signal TS, and the trip coil (TC) to which 19 opens and closes VS17, and 20 are trip coils (TC) which open and close VCB4. It connects with diode 21a and thyristor 21b which were connected to the parallel retrose in series, and TC19 is connected between DC power supplies pn. Moreover, it connects with a contact 22 in series, and TC20 is connected between DC power supplies pn.

[0015] On the other hand, a photodiode 24 is connected with a transistor 23 in series, both are connected between DC power supplies pn, an auxiliary relay 26 is connected with a transistor 25 in series, it connects between DC power supplies pn too, and the gate of transistors 23 and 25 is connected with the output terminal of OCR-H18. The gate of thyristor 21b is connected with the photodiode 24 by the optical fiber 27. OCR-H18 is known from the former and is the thing of the form which outputs the trip signal TS for the value acquired by the square operation of the peak value of an input signal, or digital processing of an absolute value as compared with a predetermined value when larger than a predetermined value.

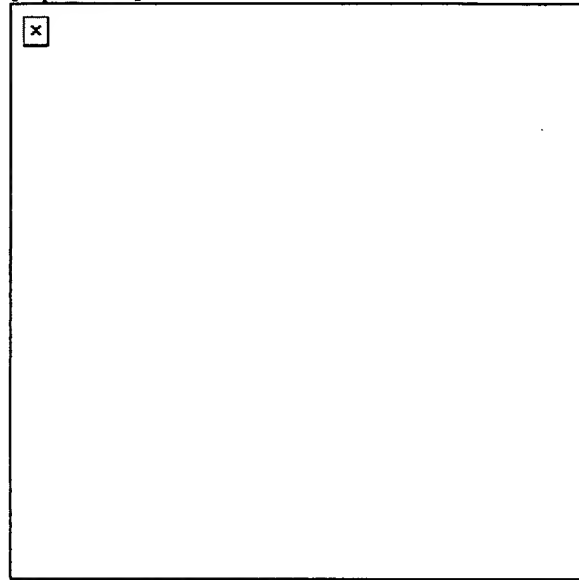
[0016] The control circuit (the chain line surrounds and shows drawing 1) which opens and closes VS17 and VCB4 by the predetermined sequence with the trip signal TS from OCR-H18 is constituted by trip coils 19 and 20, diode 21a, thyristor 21b, a contact 22, transistors 23 and 25, a photodiode 24, and the auxiliary relay 26.

[0017] Now, if 5,000kVA(s) and subtransient-reactance  $X_d$  are now made into 15% for the output of a generator 3, the rated current  $I_n$  and a short-circuit current  $I_s$  will become like the following several 1 and several 2.

$$I_n = 5,000 \text{ kVA} / 6.6 \text{ kV} \times \sqrt{3} = 437 \text{ A}$$

[0018]

[Equation 1]



[0019]

[Equation 2] A dashed line comes to show the short-circuit current in case of the short circuit accident in  $I_s = 437A/15\% = 2,913A$ , therefore a near edge to drawing 2. In drawing 2, supposing short circuit accident occurs in  $t_0$  ( $t = 0$ ), after the about 10ms, OCR-H18 will detect short circuit accident, and will output the trip signal TS (time  $t_1$ ). Transistors 23 and 25 flow in response to this trip signal TS, and while a photodiode 24 emits light, an auxiliary relay 26 is energized. Luminescence of a photodiode 24 is sent to the gate of thyristor 21b through an optical fiber 27, and, thereby, thyristor 21b flows through it. If thyristor 21b flows, since TC (trip coil)19 will be energized, VS17 opens (time  $t_2$ ). The duration from the occurrence of accident to opening of VS17 is about 15ms. If VS17 opens, the short-circuit current which was flowing VS17 will be stopped by even the rated current  $I_n$  with the \*\* style impedance 15.

[0020] On the other hand, if it is energized by the auxiliary relay 26 and a contact 22 closes, TC (trip coil)20 will be energized and VCB4 will open (time  $t_3$ ). Opening of VCB4 is about 95ms from opening of VS17. Thereby, the feeder circuit from a generator 3 to a load is intercepted completely. Change of the above current value was shown as A all over drawing.

[0021] When a solid state switch is used as compared with the case of the high-speed barrier property C by the conventional solid state switch shown in drawing 11 so that clearly, although the full interception after a short circuit accident occurrence requires about 20ms, in the case of this invention, it is carried out in the high-speed interception using the solid state switch, and time within of the same grade until it carries out the \*\* style of the short-circuit current to the rated current.

[0022] Next, the overcurrent relay (OCR-H) used in this invention is explained.

[0023] As OCR-H18 of the high-speed \*\* style interrupting device by this invention shown in drawing 1, the thing of the circuitry shown in drawing 3 and drawing 4 can demonstrate the further excellent high-speed interception performance.

[0024] High-speed overcurrent-relay OCR-H18a shown in drawing 3 is what used two CTs, and is called 2CT methods. The load current is detected through CT from two phases R and T among the three-phase-circuit feeders R, S, and T which are the feeder circuits to a load, the full wave rectifier circuit 30 which consisted of six diodes rectifies, and it changes into voltage V by resistance 31. This voltage V is set to a comparator circuit 32, and it is reference voltage  $V_0$ . It compares and V is  $V_0$ . When large, the trip signal TS is outputted. If this OCR-H18a is used, since the trip signal TS can be generated in about 1ms after the occurrence of short circuit accident, if compared with about 10ms at the time of using the overcurrent relay of conventional circuitry, the trip signal TS can be outputted in a short time of abbreviation 1/5, and only the part can open VS17 quickly.

[0025] Another high-speed overcurrent-relay OCR-H18b shown in drawing 4 is what used three CTs, and is called 3CT methods. This OCR-H18b detects the load current through CT from each phase of the three-phase-circuit feeders R, S, and T to a load. The full wave rectifier circuit 30 which consisted of six diodes too rectifies. It changes

into voltage V by resistance 31, this voltage V is set to a comparator circuit 32, and it is reference voltage V0. It compares and V is V0. Although it is the same as OCR-H18a of drawing 3 in the point which outputs the trip signal TS when large A different point is the composition of having connected resistance 33 to the preceding paragraph of a full wave rectifier circuit 30. This resistance 33 can be replaced with other measuring instruments etc., and its versatility on use increases.

[0026] The high-speed interception performance at the time of using this OCR-H18b is the same as the case of drawing 3. The interception performance at the time of using OCR-H18a of drawing 3 or OCR-H18b of drawing 4 was shown in drawing 5. By VS17 opening after that for 1 to 2ms by the trip signal TS coming out from the occurrence (t0) of short circuit accident (t1) (t2), since it is about 5ms, it can be called 6 - 7ms after the occurrence of accident, and can reach to an extreme, and VS17 can open wide in a short time, and a short-circuit current can be held down even to a rated current value with the \*\* style impedance 15.

[0027] By the way, although a current-limiting resistor or a current-limiting reactor is used for the \*\* style impedance 15 in this invention, the example is explained below. That by which the current which flows in case of short circuit accident is suppressed to the rated current as a value of a \*\* style impedance is used.

[0028] First, as a current-limiting resistor, if the output of a generator is set to 5,000kVA(s), several 3 will ask for the impedance x which a current-limiting resistor is made to take charge of.

[0029]

[Equation 3] When a current-limiting resistor is manufactured using 600V polyethylene insulated wire (the cross section is 2.2mm)  $x = (6.6 \times 10^3)^2 / (5,000)$  now [  $2 = 8.7\text{ohm}$  ], Since 9.4ohms /and an outer diameter km are [ 3.4mm and standard length ] 300m, resistance this quality of the material One step winds 15 steps around the bobbin 41 made from heat-resistant plastics (the diameter of 300mm, 70mm of drum length) as shows 300m of this electric wire 40 to drawing 6 (a) by 20 volumes, it connects with a three-piece serial and this bobbin 41 is considered as a part for one phase, as shown in drawing 6 (b). The size of each part came to be shown all over drawing. Consequently, it is obtained, the current-limiting resistor, i.e., the \*\* style impedance, whose resistance for one phase is  $9.4\text{ohm} \times 0.9\text{km} = 8.46\text{ohm}$ .

[0030] Next, a current-limiting reactor shall be manufactured using the same electric wire. as a design objective --  $l = 1.5\text{m}$  of average magnetic-path length, and relative permeability  $\mu = 1.0$  (air core),  $N = 2000$  coil number of turns, and the  $S = 10$  to  $2\text{m}$  reactor cross section 2 \*\* -- if it carries out, the reactance L of a reactor will be searched for by the following several 4

[0031]

[Equation 4]  $L = \mu N^2 S / l = 4\pi \times 10^{-7} \times 1.0 \times (2000)^2 \times 10^{-2} /$  -- it can ask for the \*\* style impedance x by several 5 from this reactance L  $1.5 = 33.5\text{mH}$

[0032]

[Equation 5]

$X = \omega L = 2\pi f L = 10.52\text{ohm}$  (f is 50HZ(s))

Now, if 25 steps of polyethylene insulated wire 50 of proof-pressure 600V mentioned above in the bobbin 51 made from heat-resistant plastics of a configuration as shown in drawing 7 (a) is wound by 14 per step, the coil number of turns per one bobbin will become  $14 \times 25 = 350$  volume. Thus, six of the bobbin 51 which wound insulated wire are arranged so that the core part may become annular, and it connects so that the coil (coil) of each bobbin 51 may become in-series. Thus, when the diameter of the magnetic path of the constituted current-limiting reactor is set to 112mm, the cross section S of a magnetic path is  $\pi (50\text{mm} \times 10^{-3})^2 \times 10 = 2\text{m}^2$ . Becoming, total No. of coils N becomes 350 volume  $\times 6 = 2100$  volume. Consequently, the reactance L of a current-limiting reactor can be searched for by several 6.

[0033]

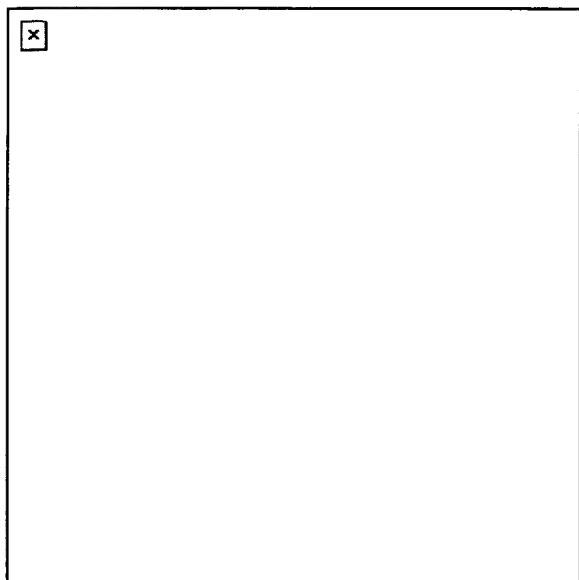
[Equation 6] If it asks for a \*\* style impedance from this reactance L  $1.5 = 36.9\text{mH}$ , it will be set to 11.6 ohms and  $L = \mu N^2 S / l = 4\pi \times 10^{-7} \times 1 \times (2100)^2 \times 10^{-2} /$  impedance having exceeded 10.52 ohms of a design value a little will be obtained.

[0034] Since the total extension of the coil 50 of this current-limiting reactor is set to  $112\text{mm} \times \pi \times 350 \times 6 = 738\text{m}$ , the resistance R of a coil 50 is set to  $0.738\text{km} \times 9.4\text{ohm/km} = 6.9\text{ohm}$ . Therefore, it can ask for the synthetic impedance Z by the reactance L searched for previously and this resistance R by several 7.

[0035]

[Equation 7]

$$Z = \sqrt{(11.6)^2 + (6.9)^2} = 13.5 \Omega$$



Since this value is larger than 8.7 ohms which is a \*\* style impedance required for the generator of 5,000KVA(s) for which it asked by several 3 enough, a big \*\* style effect is expectable.

---

## EFFECT OF THE INVENTION

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the interrupting device which was excellent in the high-speed interception performance, without using an expensive solid state switch can be manufactured. Consequently, probability that the share pin of a gas turbine will go out can be made small compared with the former. As an overload detector for detecting especially an overload state, a three-phase-circuit full wave rectifier is adopted, and if the high-speed overcurrent relay which detected the overload by direct-current approximation is used, the further excellent high-speed interception performance will be obtained. Moreover, the whole high-speed \*\* style interrupting device can manufacture conjointly cheaply the \*\* style impedance used by this invention with the ability to manufacture cheaply by resin insulated wire.

---

## CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The high-speed \*\* style interrupting device for gas turbines characterized by providing the following. The \*\* style impedance and vacuum circuit breaker which were connected to the load feeder circuit of the generator driven with a gas turbine in series. The vacuum switch connected to a \*\*\*\*\* style impedance and parallel. The overload detector which detects the load current which flows the aforementioned load feeder circuit, and outputs a trip signal when the detected load current exceeds a predetermined value. The control circuit which opens the aforementioned vacuum switch ahead of the aforementioned vacuum circuit breaker with the aforementioned trip signal.

[Claim 2] The high-speed \*\* style interrupting device for gas turbines according to claim 1 whose aforementioned overload detector is an overcurrent relay.

[Claim 3] The high-speed \*\* style interrupting device for gas turbines according to claim 1 whose aforementioned overload detector is an undervoltage relay.

[Claim 4] The high-speed \*\* style interrupting device for gas turbines given in any 1 term of the claim 1 which a \*\*\*\*\* style impedance becomes mainly from a current-limiting resistor, or the 3rd term.

[Claim 5] The high-speed \*\* style interrupting device for gas turbines given in any 1 term of the claim 1 which a

\*\*\*\*\* style impedance becomes mainly from a current-limiting reactor, or the 3rd term.

[Claim 6] The high-speed \*\* style interrupting device for gas turbines given in the claim 1 which is the high-speed overload detector or any 1 term of 5 characterized by providing the following. The full wave rectifier to which the aforementioned overload detector carries out full wave rectification of the load current detected about a part for two phases of a three-phase-circuit load feeder circuit, or a three phase circuit. The comparator circuit which outputs a trip signal as compared with a predetermined value when larger than this predetermined value after transforming into voltage the average current value obtained by full wave rectification.

[Claim 7] the high-speed \*\* style interrupting device for gas turbines according to claim 4 to which the insulated wire of two or more bobbins was connected in series since one or more [ the bobbin with which the aforementioned current-limiting resistor carried out number-of-times winding of predetermined of the insulated wire ]

[Claim 8] The high-speed \*\* style interrupting device for gas turbines according to claim 5 characterized by having arranged and become so that the core part of a bobbin might become annular about the plurality of the bobbin with which the aforementioned current-limiting reactor carried out number-of-times winding of predetermined of the insulated wire, and connecting the insulated wire of two or more bobbins in series.





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ガスタービンにより駆動される発電機の負荷給電回路に直列に接続された限流インピーダンスおよび真空遮断器と、前記限流インピーダンスと並列に接続された真空スイッチと、前記負荷給電回路を流れる負荷電流を検出し、検出した負荷電流が所定値を越えたときトリップ信号を出力する過負荷検出器と、前記トリップ信号により前記真空スイッチを前記真空遮断器より先に開放する制御回路とを有することを特徴とするガスタービン用高速限流遮断装置。

【請求項2】 前記過負荷検出器が過電流継電器である請求項1に記載のガスタービン用高速限流遮断装置。

【請求項3】 前記過負荷検出器が不足電圧継電器である請求項1に記載のガスタービン用高速限流遮断装置。

【請求項4】 前記限流インピーダンスが主として限流抵抗からなる請求項1ないし3項のいずれか1項に記載のガスタービン用高速限流遮断装置。

【請求項5】 前記限流インピーダンスが主として限流リアクトルからなる請求項1ないし3項のいずれか1項に記載のガスタービン用高速限流遮断装置。

【請求項6】 前記過負荷検出器が、3相負荷給電回路の2相または3相分について検出した負荷電流を全波整流する全波整流器と、全波整流により得られた平均的電流値を電圧に変換したのち所定値と比較し、該所定値より大きいときトリップ信号を出力する比較回路とを有する高速過負荷検出器である請求項1ないし5のいずれか1項に記載のガスタービン用高速限流遮断装置。

【請求項7】 前記限流抵抗が絶縁電線を所定回数巻回したボビンの1個または複数個からなり、複数個のボビンの絶縁電線が直列に接続された請求項4に記載のガスタービン用高速限流遮断装置。

【請求項8】 前記限流リアクトルが、絶縁電線を所定回数巻回したボビンの複数個をボビンの芯部が環状になるように配置してなり、複数個のボビンの絶縁電線が直列に接続されたことを特徴とする請求項5に記載のガスタービン用高速限流遮断装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はガスタービン用高速限流遮断装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、ガスタービンにより発電機を駆動して発電するシステムが知られている。図8はそのような発電システムの概略図であり、1はガスタービン、2はガスタービン1の出力軸の回転数を減速する減速機、3はガスタービン1により駆動される発電機、4は発電機1の出力側に接続された真空遮断器（VCB）、5はガスタービン1の出力軸に取り付けられたシェアピンである。

【0003】高速回転するガスタービン1の出力軸の強

度定格は小さいために、たとえばこのシステムと連系運転する系統側に事故などがあって、ガスタービン1の出力軸にその定格トルクの数倍以上の過大なトルクがかかったときは、出力軸に取り付けられたシェアピン5が切れることにより出力軸を負荷から解放してガスタービン1を保護する方策が採られている。

【0004】しかしシェアピン5が一旦切れてしまうと、復旧作業に数時間かかり、その間ガスタービンは使用できず、デマンドオーバを生じることがある。そのためガスタービンに過大なトルクがかかるような事態が発生したときは、それを瞬時に検出して発電機を遮断するような遮断装置が求められていた。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】図9はそのような遮断装置の一例を示しており、過電流継電器（OCR-H）または不足電圧継電器（UVR）などの過負荷検出装置6によってガスタービン1にかかる過負荷を検出し、トリップ信号を出して真空遮断器（VCB）4を電氣的に遮断するようになっている。VCB4による遮断時間は3サイクル（50Hzで60ms）程度であるので、過負荷を検出してから遮断が完了するまでに100ms程度以上が必要である。そのために事故時にガスタービン1の出力軸に過負荷がかかると、遮断が間に合わずシェアピン5が切れてしまうことがある。図9において、10は発電機3と連系運転している商用電源系統、11は変圧器である。

【0006】図10はVCB4よりさらに応答速度の速い半導体スイッチ7を用いた従来の遮断装置の他の例である。図中図9と同じ参照数字は同じ構成部分を示す。

【0007】一例として発電機の定格出力を5,000kVA、初期過渡リアクタンスXdを15%としたときの遮断性能を図11に示す。したVCB4のみの場合と、半導体スイッチ7の場合をそれぞれBおよびCとして示している。図からわかるように、半導体スイッチ7による遮断時間は20ms以下であり、VCB4による遮断に比べて相当速いが、価格が高く、たとえば数MW（メガワット）クラスの発電設備に使われる半導体スイッチとなると価格が2千万円以上にもなってしまう。

【0008】本発明は上記の点にかんがみてなされたもので、ガスタービン保護用の安価な高速限流遮断装置を提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の目的を達成するために、一態様においては、ガスタービンにより駆動される発電機の負荷給電回路に直列に接続された限流インピーダンスおよび真空遮断器と、前記限流インピーダンスと並列に接続された真空スイッチと、前記負荷給電回路を流れる負荷電流を検出し、検出した負荷電流が所定値を越えたときトリップ信号を出力する過負荷検出器と、前記トリップ信号により前記真空スイッチを前

記真空遮断器より先に開放する制御回路とによりガスタービン用高速限流遮断装置を構成した。

【0010】過負荷検出器は好ましくは過電流継電器であり、負荷電流を全波整流し、直流近似して過負荷を検出する形式のものが好ましい。

【0011】限流インピーダンスは限流抵抗または限流リアクタンスであり、樹脂絶縁電線をボビンに巻回することにより安価に製作することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下に本発明を図面に基づいて説明する。

【0013】図1は本発明による高速限流遮断装置の一実施の形態を示す電気回路である。図中図9と同じ参照数字は同じ構成要素を示す。

【0014】発電機3とVCB4との間に、抵抗またはリアクトルで構成された限流インピーダンス15が直列に接続されるとともに、この限流インピーダンス15と並列に、発電機3の短絡時の保護用としてのパワーヒューズ16と真空スイッチ(VS)17とが直列に接続されている。18は発電機3から負荷への給電回路の過電流をCTを介して検出しトリップ信号TSを出力する過電流継電器(OCR-H)であり、19はVS17を開閉するトリップコイル(TC)、20はVCB4を開閉するトリップコイル(TC)である。TC19は、並列逆向きに接続されたダイオード21aおよびサイリスタ21bと直列に接続され、直流電源pn間に接続されて

$$I_n = 5,000 \text{ kVA} / 6.6 \text{ kV} \times \sqrt{3} = 437 \text{ A}$$

【0019】

【数2】 $I_s = 437 \text{ A} / 15\% = 2,913 \text{ A}$

したがって、至近端での短絡事故時の短絡電流は図2に破線で示すようになる。図2において、 $t_0$  ( $t=0$ )で短絡事故が発生したとすると、その約10ms後にOCR-H18が短絡事故を検出しトリップ信号TSを出力する(時刻 $t_1$ )。トランジスタ23および25はこのトリップ信号TSを受けて導通し、フォトダイオード24が発光するとともに補助リレー26が付勢される。フォトダイオード24の発光は光ファイバ27を介してサイリスタ21bのゲートに送られ、これによりサイリスタ21bが導通する。サイリスタ21bが導通すると、TC(トリップコイル)19が付勢されるので、VS17が開く(時刻 $t_2$ )。事故発生からVS17の開放までの所要時間は約15msである。VS17が開放すると、VS17を流れていた短絡電流は限流インピーダンス15により定格電流 $I_n$ にまで抑えられる。

【0020】一方、補助リレー26により付勢されて接点22が閉じると、TC(トリップコイル)20が付勢されてVCB4が開く(時刻 $t_3$ )。VS17の開放からVCB4の開放までは約95msである。これにより発電機3から負荷への給電回路は完全に遮断される。以上の電流値の変化を図中にAとして示した。

いる。またTC20は接点22と直列に接続され、直流電源pn間に接続されている。

【0015】一方、トランジスタ23と直列にフォトダイオード24が接続され、両者は直流電源pn間に接続され、トランジスタ25と直列に補助リレー26が接続され、やはり直流電源pn間に接続され、トランジスタ23、25のゲートはOCR-H18の出力端子と接続されている。サイリスタ21bのゲートはフォトダイオード24と光ファイバ27で接続されている。OCR-H18は従来から知られており、入力信号の波高値の2乗演算または絶対値のデジタル処理により得られる値を所定値と比較し、所定値より大きいときにトリップ信号TSを出力する形式のものである。

【0016】OCR-H18からのトリップ信号TSによりVS17とVCB4を所定のシーケンスで開閉する制御回路(図1において鎖線で囲んで示す)は、トリップコイル19、20、ダイオード21a、サイリスタ21b、接点22、トランジスタ23、25、フォトダイオード24、補助リレー26により構成される。

【0017】さて、いま発電機3の出力を5,000kVA、初期過渡リアクタンス $X_d''$ を15%とすると、定格電流 $I_n$ および短絡電流 $I_s$ は次の数1および数2のようになる。

【0018】

【数1】

【0021】図11に示した従来の半導体スイッチによる高速遮断特性Cの場合と比較してみると明らかなように、半導体スイッチを用いた場合は短絡事故発生後完全遮断までは約20msを要するが、本発明の場合は短絡電流を定格電流に限流するまで半導体スイッチを用いた高速遮断と同程度以内の時間で終わっている。

【0022】次に本発明において用いる過電流継電器(OCR-H)について説明する。

【0023】図1に示した本発明による高速限流遮断装置のOCR-H18として、図3および図4に示す回路構成のものがさらに優れた高速遮断性能を発揮することができる。

【0024】図3に示す高速過電流継電器OCR-H18aは2個のCTを用いたもので、2CT方式と呼ばれる。負荷への給電回路である3相給電線R、S、Tのうち2相RとTからCTを介して負荷電流を検出し、6個のダイオードで構成された全波整流回路30により整流し、抵抗31により電圧Vに変換する。この電圧Vを比較回路32において基準電圧 $V_0$ と比較し、Vが $V_0$ より大きいときにトリップ信号TSを出力する。このOCR-H18aを用いれば、短絡事故発生後約1msでトリップ信号TSを発生することができるので、従来の回路構成の過電流継電器を用いた場合の約10msに比べ

れば約1/5の短時間でトリップ信号TSを出力することができ、その分だけVS17を速く開放することができる。

【0025】図4に示すもう一つの高速過電流継電器のOCR-H18bは3個のCTを用いたもので、3CT方式と呼ばれる。このOCR-H18bは、負荷への3相給電線R、S、Tの各相からCTを介して負荷電流を検出し、やはり6個のダイオードで構成された全波整流回路30により整流し、抵抗31により電圧Vに変換し、この電圧Vを比較回路32において基準電圧 $V_0$ と比較し、Vが $V_0$ より大きいときにトリップ信号TSを出力する点において図3のOCR-H18aと同じであるが、異なる点は、全波整流回路30の前段に抵抗33を接続した構成である。この抵抗33は他の計測器などと置き換えることができ、使用上の融通性が増す。

【0026】このOCR-H18bを用いた場合の高速遮断性能は図3の場合と同じである。図3のOCR-H18aまたは図4のOCR-H18bを用いた場合の遮断性能を図5に示した。短絡事故発生( $t_0$ )からトリップ信号TSが出る( $t_1$ )までに1~2ms、その後VS17が開放する( $t_2$ )までに5ms程度であるから、事故発生後6~7msという極めて短時間でVS17が開放し、限流インピーダンス15により短絡電流を定格電流値にまで抑えることができる。

【0027】ところで本発明における限流インピーダンス15には限流抵抗または限流リアクトルが用いられるが、以下でその具体例を説明する。限流インピーダンスの値としては、短絡事故時に流れる電流が定格電流まで抑えられるものを用いる。

【0028】まず限流抵抗として、たとえば発電機の出力を5,000kVAとすると、限流抵抗に受け持たせるインピーダンス $x$ は数3により求められる。

【0029】

$$\text{【数3】 } x = (6.6 \times 10^3)^2 / (5,000)^2 = 8.7 \Omega$$

いま600Vポリエチレン絶縁電線(断面積が2mm<sup>2</sup>)を用いて限流抵抗を製作する場合、この材質は抵抗値が9.4 $\Omega$ /Km、外径が3.4mm、標準長さが300mであるので、この電線40の300mを図6

(a)に示すような耐熱プラスチック製ボビン(直径300mm、胴長70mm)41に1段が20巻で15段巻き、このボビン41を図6(b)に示すように3個直列に接続して1相分とする。各部の寸法は図中に示した

ようになる。その結果、1の抵抗値が9.4 $\Omega \times 0.9 \text{ Km} = 8.46 \Omega$ の限流抵抗すなわち限流インピーダンスが得られる。

【0030】次に同じ電線を用いて限流リアクトルを製作するものとする。設計目標として、平均磁路長 $l = 1.5 \text{ m}$ 、比透磁率 $\mu_s = 1.0$ (空心)、コイル巻数 $N = 2000$ 回、リアクトル断面積 $S = 10^{-2} \text{ m}^2$ とすると、リアクトルのリアクタンス $L$ は次の数4で求められる。

【0031】

$$\text{【数4】 } L = \mu N^2 S / l = 4\pi \times 10^{-7} \times 1.0 \times (2000)^2 \times 10^{-2} / 1.5 = 33.5 \text{ mH}$$

このリアクタンス $L$ から限流インピーダンス $x$ は数5で求めることができる。

【0032】

【数5】

$x = \omega L = 2\pi f L = 10.52 \Omega$  ( $f$ は50Hz)  
さて、図7(a)に示すような形状の耐熱プラスチック製ボビン51に前述した耐圧600Vのポリエチレン絶縁電線50を1段当たり14本で25段巻回すると、1ボビン当たりのコイル巻数は $14 \times 25 = 350$ 巻となる。このように絶縁電線を巻回したボビン51の6個をその芯部が環状になるように配置し、各ボビン51の巻線(コイル)が直列になるように接続する。このように構成された限流リアクトルの磁路の直径を112mmとすると、磁路の断面積 $S$ は $(50 \text{ mm} \times 10^{-3}) \pi \approx 10^{-2} \text{ m}^2$ となり、総巻数 $N$ は350巻 $\times 6 = 2100$ 巻となる。その結果、限流リアクトルのリアクタンス $L$ は数6で求めることができる。

【0033】

$$\text{【数6】 } L = \mu N^2 S / l = 4\pi \times 10^{-7} \times 1 \times (2100)^2 \times 10^{-2} / 1.5 = 36.9 \text{ mH}$$

このリアクタンス $L$ から限流インピーダンスを求めると、11.6 $\Omega$ となり、設計値の10.52 $\Omega$ をやや上回ったインピーダンスが得られる。

【0034】この限流リアクトルの巻線50の総延長は $112 \text{ mm} \times \pi \times 350 \times 6 = 738 \text{ m}$ となるので、巻線50の抵抗値 $R$ は $0.738 \text{ Km} \times 9.4 \Omega / \text{Km} = 6.9 \Omega$ となる。したがって先に求めたリアクタンス $L$ とこの抵抗 $R$ とによる合成インピーダンス $Z$ は数7により求めることができる。

【0035】

【数7】

$$Z = \sqrt{(11.6)^2 + (6.9)^2} = 13.5 \Omega$$

この値は数3で求めた5,000kVAの発電機に必要な限流インピーダンスである8.7 $\Omega$ より十分大きいので、大きな限流効果が期待できる。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、

高価な半導体スイッチを用いず高速遮断性能の優れた遮断装置を製作することができる。その結果、ガスタービンのシェアピンが切れる確率を従来に比べて小さくすることができる。特に過負荷状態を検出するための過負荷検出器として、3相全波整流器を採用し、直流近似に

より過負荷を検出するようにした高速過電流継電器を用いれば一層優れた高速遮断性能が得られる。また本発明で用いる限流インピーダンスは樹脂絶縁電線により安価に製作することができることと相まって高速限流遮断装置全体が安価に製作できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるガスタービン用高速限流遮断装置の一実施の形態としての電気回路を示す。

【図2】本発明によるガスタービン用高速限流遮断装置の遮断性能を示す。

【図3】本発明によるガスタービン用高速限流遮断装置で用いる高速過電流継電器の好ましい一実施例の電気回路を示す。

【図4】本発明によるガスタービン用高速限流遮断装置で用いる高速過電流継電器の好ましい他の実施例の電気回路を示す。

【図5】本発明による好ましい高速過電流継電器を用いたガスタービン用高速限流遮断装置の遮断性能を示す。

【図6】(a)は本発明によるガスタービン用高速限流遮断装置で用いる限流抵抗を構成するボビンの一例を示し、(b)はこのボビンにより構成された限流抵抗の側面図である。

【図7】(a)は本発明によるガスタービン用高速限流遮断装置で用いる限流リアクトルを構成するボビンの一例を示し、(b)はこの限流リアクトルにおけるボビンの配列を示す。

【図8】ガスタービンを駆動源とする発電システムの系統線図である。

【図9】従来のガスタービン用高速遮断装置の一例の系統線図である。

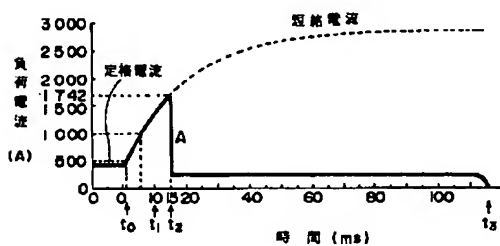
【図10】従来のガスタービン用高速遮断装置の他の例の系統線図である。

【図11】従来のガスタービン用高速遮断装置の遮断性能を示す。

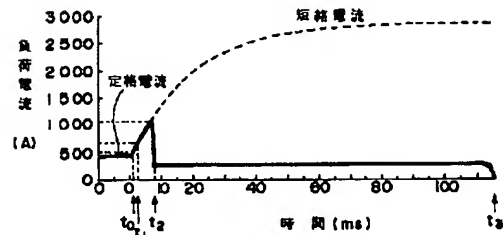
【符号の説明】

- 1 ガスタービン
- 2 減速機
- 3 発電機
- 4 真空遮断機(VCB)
- 5 シェアビン
- 15 限流インピーダンス
- 16 パワーヒューズ
- 17 真空スイッチ
- 18 (高速)過電流継電器
- 19、20 トリップコイル
- 21b サイリスタ
- 22 接点
- 23、25 トランジスタ
- 24 フォトダイオード
- 26 補助リレー
- 27 光ファイバー
- 30 全波整流回路
- 31 抵抗
- 32 比較回路
- 40、50 ボビン
- 41、51 ポリエチレン絶縁電線

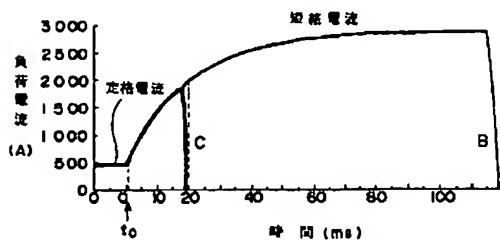
【図2】



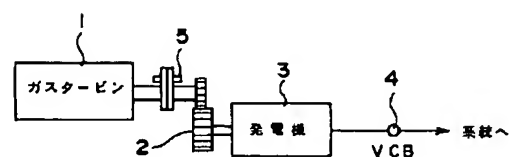
【図5】



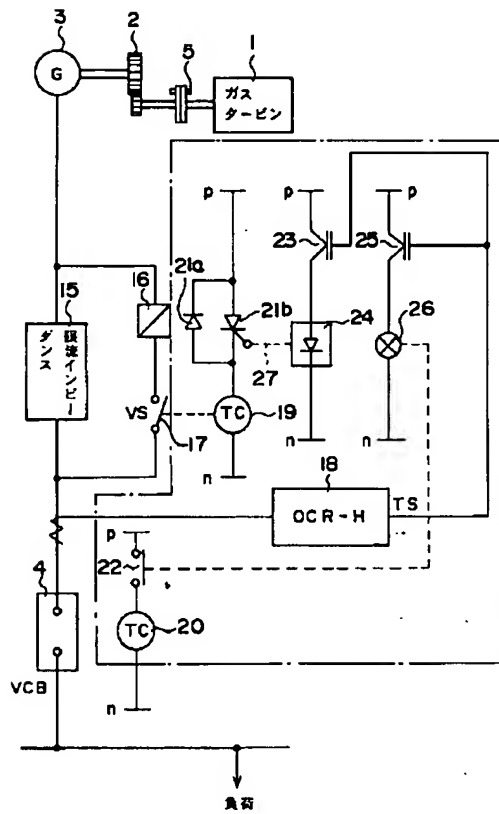
【図11】



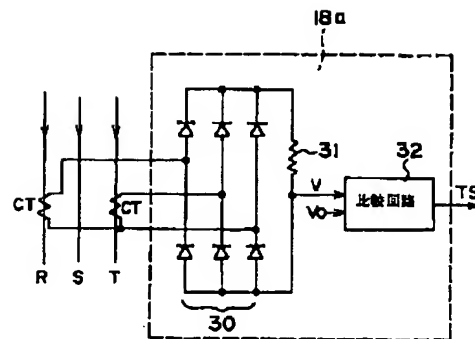
【図8】



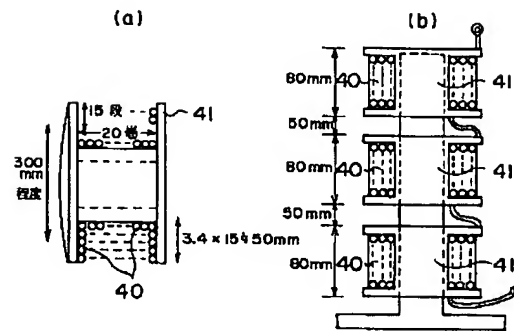
【図1】



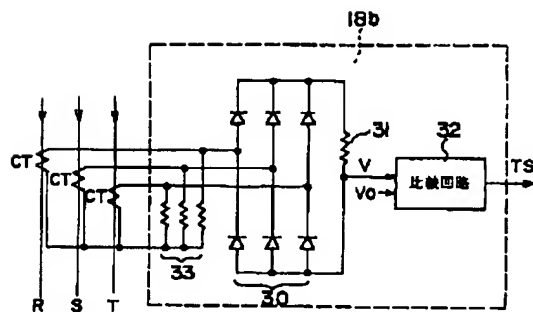
【図3】



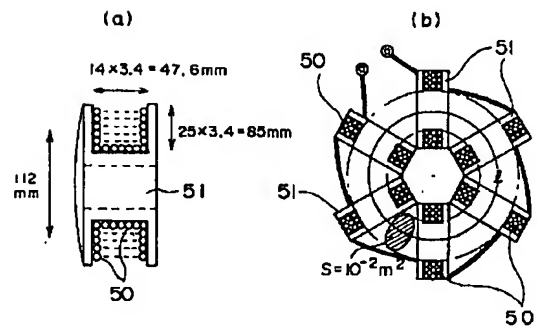
【図6】



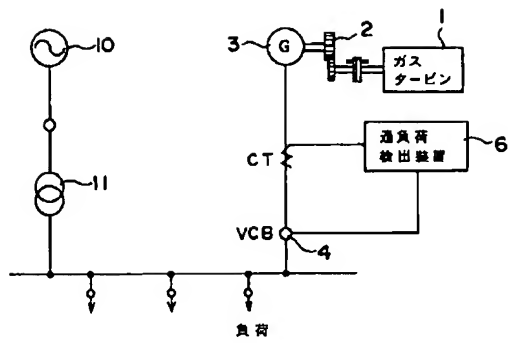
【図4】



【図7】



【図9】



【図10】

